



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TAHTIAIKATAULUN KÄYTTÖÖN- OTTO ASUINRAKENNUSHANK- KEESSA

TEKIJÄ/T: Eemeli Manninen
EM16SP

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Eemeli Manninen			
Työn nimi Tahtiaikataulun käyttöönotto asuinrakennushankkeessa			
Päiväys	18.05.2020	Sivumäärä/Liitteet	21/1
Ohjaaja(t) Hannu Haaranen, lehtori, Matti Ylikärppä, pt. tuntiopettaja			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) YIT Suomi Oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä käynnissä olevalle asuinrakennus kohteelle tahtiaikataulu sisävaihetöihin. Työn tavoitteena oli myös käsitellä muita aikatauluja ja aikataulumuotoja ja avata myös hieman LEAN-filosofiaa ja tahtituotantoa.</p> <p>Tutkimustulos vertailee tahtiaikataulun ja rakentamisvaihe aikataulun eroja ja käytäntöjä rakentamishankkeen vaiheessa teoriassa ja hieman käytännössä. Tahtiaikataulu tehtiin rakentamisvaihe aikataulun pohjalta ja siitä kerättiin tärkeimmät sisätyövaiheet aikatauluun. Tahtiaikataulu toteutettiin ja tehtiin samaan aikaan kun kohteessa oli menossa sisätyövaiheet perinteisen jana-aikataulun kanssa. Opinnäytetyössä myös kerrottiin meille tahtiaikataulun eduista, haasteista ja sen pääpiirteistä sekä avataan tahtiaikataulun soveltuvuutta hankkeelle ja tuleviin hankkeisiin. Aikataulun tekoon käytettiin Tocoman aikatauluohjelmaa, joka on koulun puolesta ilmainen käyttää.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin vaadittavat vertailutulokset ja aikataulut tehtyä. Myös työn lopuksi pohdittiin, mitä reunaehtoja tahtiaikataululla täytyy olla ja miten sitä näissä olosuhteissa voisi kehittää.</p>			
Avainsanat tahtiaika, tahtituotanto, aikataulu, rakentaminen, tocoma, jana-aikataulu, asuinrakennus			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Eemeli Manninen			
Title of Thesis The Introduction of Takt Time Planning for a Residential Building Project			
Date	May 18, 2020	Pages/Appendices	21/1
Supervisor(s) Mr Hannu Haaranen, Senior Lecturer, Mr Matti Ylikärppä, Lecturer			
Client Organisation /Partners YIT Suomi Oy			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this final project was to make a takt time planning for internal works for a residential building project. The aim of the work was also to discuss other schedules and schedule forms and also to open up the LEAN philosophy and takt time planning production a bit.</p> <p>The examination result compares the differences and practices between the takt time planning and the building phase schedule in the construction project in theory and a little in practice. The takt time planning was made on the basis of the building phase schedule and the most important internal phases were collected in the takt time planning. The takt time planning was carried out at the same time as the internal phases were being done. The project also presented the advantages, challenges and outlines of the takt time planning, and succeeded the suitability of the takt time planning for this and future projects. The Tocomas schedule program was used to create the schedule.</p> <p>As a result of the final project there were the required results and schedules. At the end of the work it was considered what boundary conditions the takt time planning must have and how it could be developed in these circumstances.</p>			
Keywords takt, LEAN, construction, contract, schedule			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
1.1	Työn tausta ja tavoitteet	5
1.2	YIT Suomi Oy	5
2	AIKATAULUT	6
2.1	Yleisaikataulu (työaikataulu)	6
2.2	Rakentamisvaihe aikataulu	6
2.3	Viikkoaikataulu.....	7
3	AIKATAULUMUODOT	8
3.1	Jana-aikataulu	8
3.2	Paikka-aikakaavio	8
3.3	Valvontavinjetti.....	9
4	TAHTITUOTANTO.....	10
4.1	Tahtituotannon toimintatapa	10
4.2	LEAN.....	11
4.3	Tahtiaikataulun suunnitleminen.....	11
4.4	Tahtiaikataulun luominen	13
4.5	Tahtiaikataulun toimivuus.....	14
5	YHTEENVETO.....	17
6	POHDINTA.....	18
7	LÄHTEET JA LIITTEET	20

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

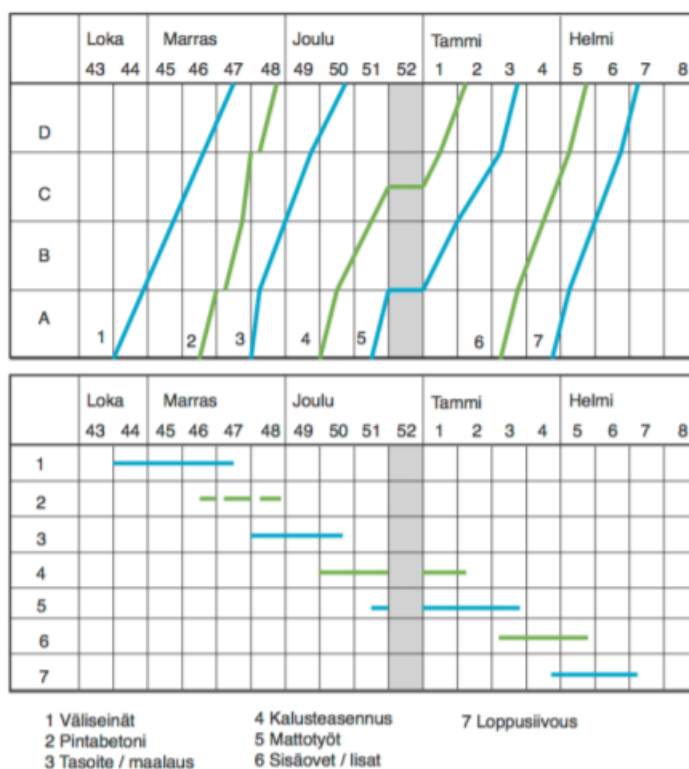
Opinnäytetyössä tarkoituksena oli tehdä käynnissä olevalle kohteelle tahtiaikataulu sisävaihetöihin. Aikataulu toteutetaan YIT:n kohteessa TA-Asumisoikeus Oy Rusokinkatu 12, jossa tilaajana toimii TA. Itse toimin kohteessa YIT:llä työnjohtoharjoittelijana. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää tahtiaikataulun tehokkuutta ja tuotannollisia vaikutukset. Aikataulumallin suunnittelussa ja toteuttamisessa apuna toimivat kohteen vastaava mestari, työnjohtaja ja työpäällikkö.

Opinnäytetyön päätutkimustyönä on tehdä tahtiaikataulu kohteeseen ja verrata sitä käynnissä olevaan jana-aikatauluun. Työssä on myös tarkoituksena kertoa tahtiaikataulun tuottamista eduista, haasteista ja sen pääpiirteistä sekä avata hieman sen soveltuvuutta hankkeille ja tuleviin hankkeisiin. Työssä verrataan tahtiaikataulun tuomia etuja verrattuna perinteiseen jana-aikatauluun ja mitkä kriteerit täytyy olla voimassa, jotta tahtiaikataulua pystytään käyttämään. Aikataulu toteutetaan Tocomo-aikatauluohjelmalla.

1.2 YIT Suomi Oy

YIT on tällä hetkellä suurin suomalainen erittäin merkittävä pohjoiseurooppalainen rakennusyhtiö. Sen toimialoihin kuuluu asuntojen, toimitilojen ja kokonaistein alueiden kehittäminen ja rakentaminen. Lisäksi YIT on myös vaativan infrarakentamisen erikoisosaaja sekä päällystäjä. YIT:llä on töissä yhteensä noin 10 000 ammattilaista ja liikevaihto vuonna 2018 oli noin 3,2 miljardia euroa. (Yitgroup.com, 2019)

YIT toimii 11 eri maassa: Suomessa, Baltiassa, Venäjällä, Skandinaviassa, Tšekissä, Puolassa ja Slovakiassa. Uusi yhteinen suuri YIT Suomi Oy syntyi, kun kaksi yli 100-vuotiasta YIT Oyj ja Lemmin-käinen Oyj yhdistyivät 1.2.2018. (Yitgroup.com, 2019)



Kuva 2. Rakentamisaikataulun esimerkki (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Ratu 7031 2012)

2.3 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulu mahdollistaa eri työvaiheiden tarkemman ajallisen työvaiheiden suunnittelun, jakottamisen ja vaiheistamisen (Kuva 3). Tällä aikataululla on helpompi puuttua eri työvaiheiden toteutukseen ja mahdollisiin viiveisiin. Viikkoaikataulu tehdään yleensä 1-3 viikon ajalta ja sen laatii työkohteen työmaamestari ja vastaava työnjohtaja hyväksyy sen. Viikkoaikataulun pystyy tekemään, joko vain perus Excel-tilukolle tai ihan aikatauluohjelmalla. Viikkoaikatauluun pystyy myös helposti jakamaan resurssit, kuka tekee, mitä ja milloin. (NZEB.fi, 2017)

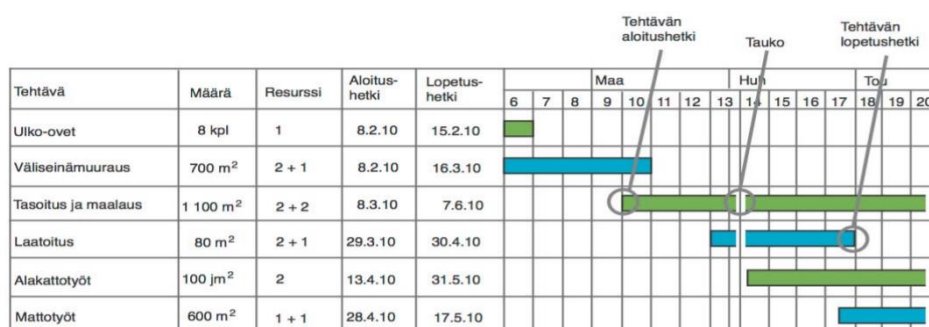
VIIKKOAIKATAULU														
Tehtävä	Tekijä	Vahvuus	vko 43					vko 44					vko 45	
			MA	TI	KE	TO	PE	MA	TI	KE	TO	PE	MA	TI
C LOHKO														
Anturat, laudoitus	Alpo aliurakoitsija	2												
Routasuojaus, asennus	GM-yritys	1												
Anturat, rauditus	MaiKa	3												
Anturat, valu ja tartunnat	Alpo aliurakoitsija	3												
Purku ja siivous	Alpo aliurakoitsija	1												
Täytöt	Maa-aliurakoitsija	kone												
VS-nostojen laudoitus	Alpo aliurakoitsija	2												

Kuva 3. Viikkoaikataulun esimerkki (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Ratu 7031 2012)

3 AIKATAULUMUODOT

3.1 Jana-aikataulu

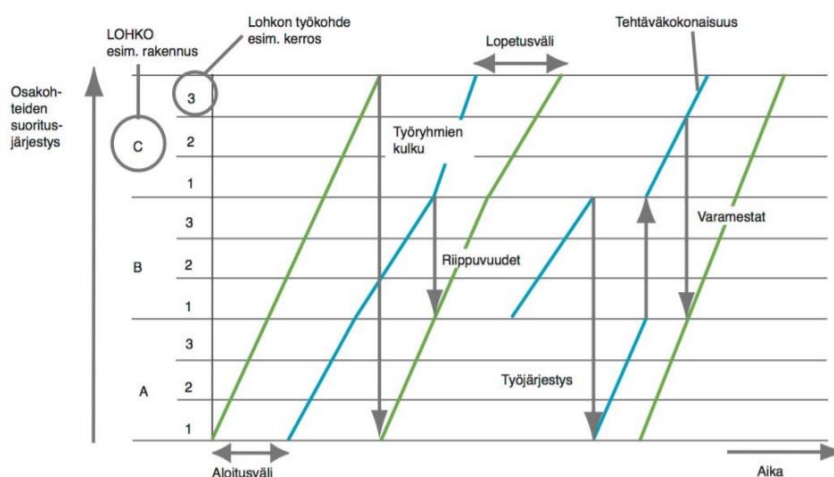
Jana-aikataulu on janamainen kuvaus projektin aikataulusta (Kuva 4). Jana-aikataulussa projektin tehtävät ja niiden väliset riippuvuudet kuvataan aikajanalla. Yleensä jana-aikataulussa projektin tehtäväkokonaisuudet tai tehtävät on listattu vasemmassa reunassa olevaan sarakkeeseen, aika esitetään vaakatasossa ja tehtävien kestot esitetään vaakasuorilla janoilla. Tätä aikataulua käytetään yleisimmin rakentamisvaiheikatauluna hankkeessa tai 3-viikkoisikatauluna. (Adapro.fi, 2019)



Kuva 4. Jana-aikataulun esimerkki (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Ratu 7031 2012)

3.2 Paikka-aikakaavio

Paikka-aikakaaviossa on pysty- akselina rakennuksen fyysiset osat, kuten lohkot ja työkohteet ja vaaka-akselina on aika-akseli (Kuva 5). Paikka-aikakaaviosta on todettavissa tehtävien suoritusjärjestys, tehtävien toteutuksen aikaväli ja tehtävien suorituspaikka. Tehtäväviivojen kaltevuus osoittaa tuotantonopeuden. (Rakennustieto.fi, 2001)



Kuva 5. Paikka-aikakaavion esimerkki (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Ratu 7031 2012)

3.3 Valvontavinjetti

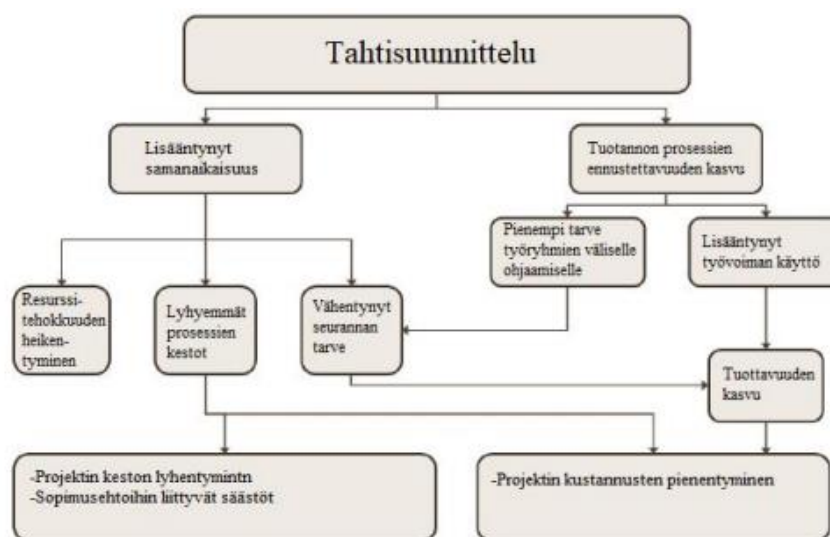
Valvontavinjetin avulla siirretään työmaan reaaliaikainen valmistumisaste työmaan aikatauluun (Kuva 6). Samalla tiedolla voidaan myös ennustaa seurattavan tehtävän ajallista ja taloudellista valmistumista, sekä ennalta ehkäistä tulevia suurhäiriöitä, tekemällä mesta/ resurssi/ aikataulu suunnittelua ennusteen perusteella.

Tehtävän hierarkia	Valvottava tehtävä	Osakohde					
Työvaihe aikataulu T3 + LVIS			Talo 1			Talo 2	
	Selite	kerros	1. krs	2. krs	3. krs	1. krs	2. krs
12	Saunan rakenteet		29 ma 30 ke	30 ke 31 pe	31 pe 33 ti	33 ti 34 to	34 to 36 ti
13	Parkettilattiat		31 pe 32 ti	32 ti 33 to	33 to 35 ma	35 ma 36 ke	36 ke 37 pe
14	Pintamaalaus		38 pe 39 ma	39 ma 39 ti	39 ke 40 to	40 to 41 pe	41 pe 43 ma
23	LVV						
23.4	Vesirungot		20 ma 20 ma	20 ti 20 ti	20 ti 20 ti	21 to 21 to	21 to 21 to
23.5	Lämpö päällä		20 to 20 to				
23.6	KPH lattiahaj.		19 ma 20 ma	20 ti 21 ti	21 ke 22 ke	22 to 23 to	23 pe 24 pe

Kuva 6. Valvontavinjetin esimerkki (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Ratu 7031 2012)

4 TAHTITUOTANTO

Suomessa on nyt alettu lähiaikoina pilotoimaan ja kehittämään rakennustuotannon tahtituotantomallia. Tahtituotantomallilta odotetaan nopeampaa läpimenoaikaa rakentamiseen ja rataisuus tuotannon Virtaukseen. Tahtituotantomalli käyttää työkohteiden ja -sisällön toistuvuutta, josta seurauksena tuotanto pystytään suunnittelemaan entistä tarkemmin ja luotettavammin. Tahtituotannosta odotetaan kuvan 6 mukaisia seurauksia. (Teknillinen tiedekunta, 2018).



Kuva 7. Tahtituotannonsuunnittelun seuraukset. (Teknillinen tiedekunta, 2018).

4.1 Tahtituotannon toimintatapa

Tahtiaikatuotannon toimintamalli eroaa hieman perinteisistä rakennusalan ja asuntorakentamisen toimintamalleista siten, että työtehtävät jaetaan hieman pienempiin eriin ja asuntokohtaisesti. Kun perinteisesti esimerkiksi laminaatin asennus tehdään kerralla koko asuinrakennukseen, jonka jälkeen päästään vasta tekemään seuraavaa työvaihetta, tahtiaikatuotannossa laminaatti asennetaan asuntokohtaisesti. Kun lattiamateriaalit on asennettu yhteen asuntoon, siirrytään tekemään sama työvaihe seuraavaan asuntoon. Samalla asuntoon, jossa laminaatti on jo asennettu, päästään tekemään seuraavia työvaiheita. (Fira.fi, 2018)

Tämä aiheuttaisi työmailla sen, turhia tekemättömiä työtunteja saataisiin karsittua pois. Useimmissa asuinrakennuskohteissa perinteisesti asunnot saattavat olla ilman yhtään työvaihetta monta päivää. Tällainen turha aika saadaan karsittua tahtiaikatuotannon avulla pois ja rakentamisesta saadaan tehokasta. Tahtiaikatuotantoa suunnitellessa onkin tärkeää, että tahdistaa työvaiheet siten, että se pysyisi jatkuvasti joka työvaiheessa samana. Tällöin saadaan työt tehokkaasti ja joutuisasti ilman mitään ylimääräistä hyppelyä hoidettua.

Tahtituotannon laadunvalvonnan ja tehokkuuden lisäksi sen avulla voidaan parantaa työmaan turvallisuutta. Esimerkiksi hallinnoimalla työmaan logistiikkaa ja siirtymisiä siten, että työmaalle jää tahtituotannossa paljon vähemmän edestakaisia siirtymisiä ja keskeneräisiä töitä, voidaan logistiikan onnettomuuksien riskiä ja määriä pienentää.

4.2 LEAN

Tahtituotanto on osa LEAN-ajattelumallia. Lean on toimintastrategia, joka pyrkii parantamaan jatkuvasti prosessien virtaustehokkuutta. Virtaustehokkuudella pyritään tuottamaan mahdollisimman vähän hukkaa, eli tehostamalla resurssien käyttöä. Hukan eliminointi edellyttää sen erottamista tuottavasta resurssin käytöstä. Sen tunnistaminen edellyttää puolestaan asiakkaille tuotettavan resurssin määrittelyä ja tunnistamista. (Lci.fi, 2018)

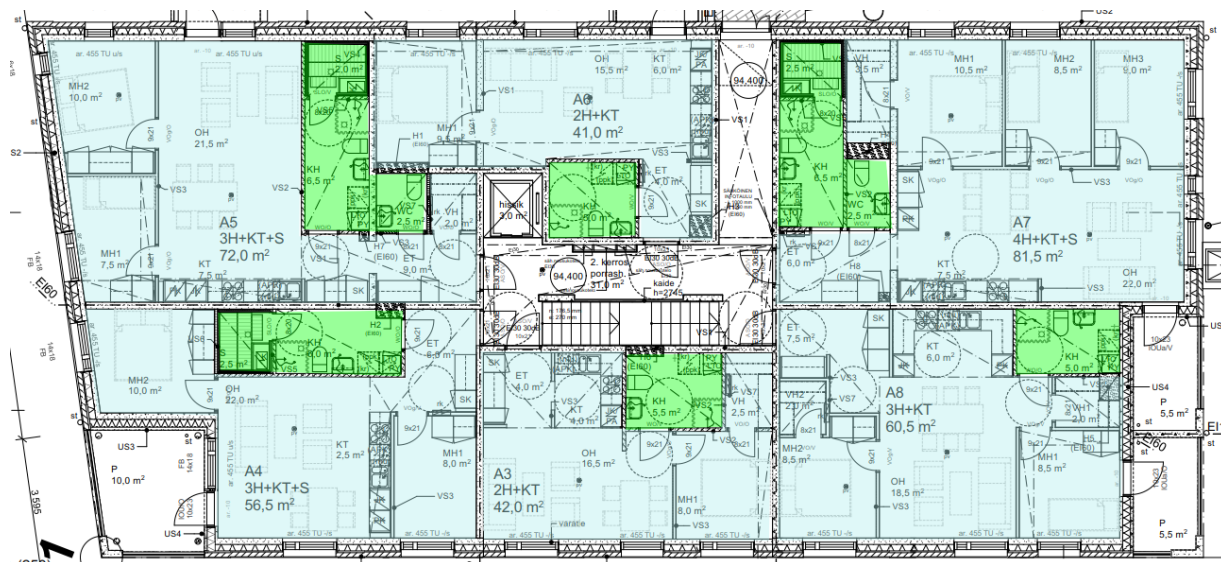
Leanin tavoitteena on päästä tasaiseen ja ennustettavissa olevaan tuotantovirtaan. Ennustettavuudella tarkoitetaan niin suunnittelua, projektin lopputulosta ja myös yksittäisten työvaiheiden tasaista toteuttamista. Tämän kautta projektin aikataulu ja kustannukset pysyvät paremmin hallinnassa ja myös resurssien ja toimitusten hallinnointi on tarkempaa. Tämä johtaa suoraan lyhyempään läpimenoaikaan, parempaan tuottavuuteen ja alhaisempiin kustannuksiin. (Lci.fi, 2018)

4.3 Tahtiaikataulun suunnitleminen

Rakennushankkeessa tahtiaika perustuu pitkälti etenemisnopeuteen, jossa työtehtävien tulisi edetä asiakkaiden tarpeita huomioiden. Tämä tarkoittaa sitä, että käytännössä tahtiajan määrittämisessä tulee ottaa huomioon tuotannossa käytettävissä oleva aika, töiden sisältö, resurssit, hitaimpien työvaiheiden realistisempi etenemisnopeus, rakennettavien asuntojen ominaisuudet, työvaiheiden looginen järjestys, epävarmuustekijät ja sekä suunniteltujen detaljien vaikutus mm. laatuun ja kustannuksiin. (Lci.fi, 2018)

Tahtiaikatuotannon suunnittelu jaetaan kolmeen eri tasoon. Ensimmäinen taso on nimeltään prosessianalyysitaso. Sillä määritetään työmaalle projektirakenne, jossa otetaan huomioon projektiosapuolten riippuvaisuudet hankkeen toteuttamisen näkökulmasta. Prosessianalyysin vaikutuksesta määrittyvät hankkeen virstanpylväät, kuten yhteinen visio rakennushankkeen suorittamiselle ja vaiheistettu luovutus. (Lci.fi, 2018)

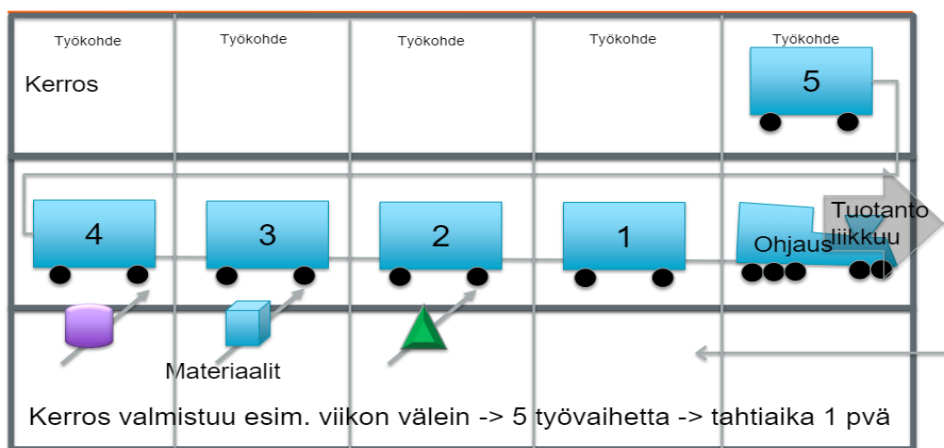
Toisella tasolla tuotannossa olevat tilat ja alueet jaetaan toisistaan toistuviin tahtialueisiin. Kuvassa 8 on esimerkkinä, miten tässä kohteessa rakennettavat tilat ja alueet on jaettu tahtialueisiin toisessa kerroksessa. Kuvassa asunnot on jaettu kahteen eri alueeseen, märkätilat ja kuivat tilat. Käytävät ovat oma alueensa. (Lci.fi, 218)



Kuva 8. Tahtituotannon lohkojako. Kuivat tilat vaaleansininen, märkätilat vihreä. (YIT Suomi Oy)

Tahtialueiden lisäksi määritetään ns. tuotantojuna, yhdistelemällä töitä ja työryhmiä paketeiksi (kuva 9). Tuotantojunan vaunuille on varattu vakio määrä aikaa, eri tahtialueen toteuttamiseen. Kuva 9 havainnollistaa tuotantojunan ideaa rakennushankkeessa. Työn virtausta voidaan tasata työryhmien kokoa muuttamalla, työvaihteita yhdistelemällä tai eri työmenetelmiä muuttamalla. (Lci.fi, 2018)

TUOTANTOJUNA RAKENNUSHANKKEESSA



Kuva 9. Tuotantojunan periaate. Vaunujen sisällöt koostuvat tahdin välein peräkkäisissä asunnoissa toteuttavista työkokonaisuuksista. (Consti.fi, 2019)

Kolmannella, eli tahdinhallintatasolla pyritään tarkentamaan työpakettien sisällöt yhdessä työnjohtajan ja aliurakoitsijoiden kesken tuotannon alkaessa. Kaikki osapuolet sitoutuvat samaan tuotantomalliin, kun he osallistuvat ja ovat mukana työnkulun suunnittelussa. Aikataulun toteutusta voidaan ohjata esimerkiksi työmaan viikkokokouksissa urakoitsijoiden noikkamiesten kanssa, tai erikseen järjestettävissä urakoitsijakokouksissa.

4.4 Tahtiaikataulun luominen

$$\text{Tahtiaika} = \frac{\text{Nettoaika}}{\text{Yksiköiden määrä}}$$

Tahtiajan laskentakaava menee siten, että työvaiheen kokonaisaika eli nettoaika jaetaan työkohteiden eli yksiköiden määrällä. Eli esimerkkinä: Laminaattiasennuksella on 2 viikkoa rakentamisaikaa eli 80 työtuntia. Asuntoja rakennuksessa on 20, jolloin 80 työtuntia jaetaan asuntojen määrällä. Jokaiseen asuntoon jää tuolloin 4 tuntia työaikaa. Tämä sama työaika koskee jokaista asuntoa. Huomioitavaa tahtiaikaa laskiessa vain on, että mitä useampia työvaiheita on, sitä enemmän ne lyhentävät tahtia. Myös jokainen työvaihe on riippuvainen edellisestä työvaiheesta. Kun tahtiaika on määritetty, lasketaan kullekin työvaiheelle resurssit työmenekkien tai kokemuksen avulla.

Nettoaika = Kaiken kaikkiaan työvaiheeseen menevä aika koko työvaiheessa

Yksiköiden määrä = Asuntojen/ työkohteiden määrä kohteessa

Ennen varsinaisen aikataulun tekoa jaettiin kerrostalon lohkoittain kerroksiin, kerrokset asuntoihin ja asunnot erikseen märkätilaan ja kuivaan tilaan, tällöin aikatauluttaminen on paljon tarkempaa ja helpompia tahdistaa. Kerrostalossa oli näin ollen 6 kerrosta, 29, asuntoa ja jokaisessa asunnossa 2 eri tilaa. Koska kerrostalon asunnot olivat keskimäärin samankokoisia ja mallisia kerroksittain laskettiin asuntojen työmäärät keskiarvoisella neliömäärällä. Tällöin saimme yhteen huoneeseen tarvittavat määrät ja resurssit laskettua, jolloin pystyi vetämään koko kerrostalon samalla tahtimäärällä läpi. Aikataulun tekoon valitsin sisävaihetöistä ne tärkeimmät ja suurimmat työvaiheet.

Tahti määritetään aikatauluun siten, että kuinka kauan yhteen tilaan menee aikaa neliömääräisellä laskennalla. Käytin työtehtävien laskemiseen apuna RT-kortiston Aikataulukirja 2016-kirjaa ja sieltä T3-työmenekkejä. Laskin asuntojen työmäärät pohjapiirustuksista ja sijoitin ne Excel taulukkoon, josta ne ovat helppo viedä Tocoman aikatauluohjelmaan. Määriä viedessä Tocoman aikatauluohjelmaan, määrät sijoitettiin samaan tapaan taulukkoon kuin jana-aikataulua tehdessä, mutta erillinen ohjelma muutti taulukon tahtiaikataulu muotoon. Tahtiaikataulua tehdessä jaoin kerrokset asuntoihin ja asunnot erikseen märkätila ja kuivat tilat. Näin ollen joka asunnossa oli 2 eri tahtia. Alin ja ylin kerros menivät eritahtia kuin 2.-5. kerros, sillä näissä oli vähemmän asuntoja kuin muissa kerroksissa. 2.-5. kerros olivat identtisiä kerroksia huoneneliö määrällisesti ja työmäärällisesti.

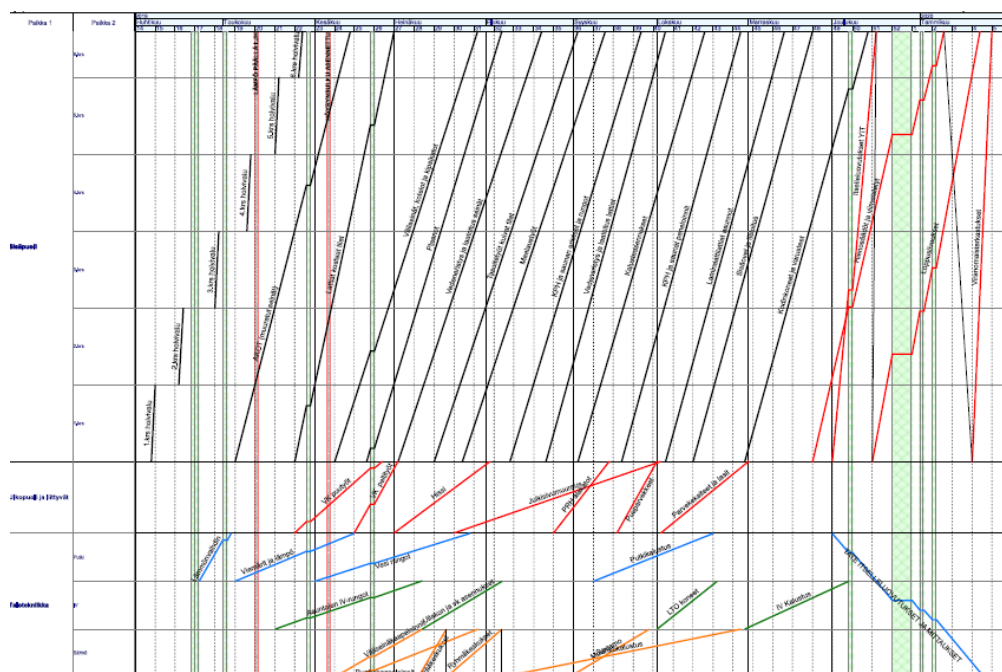
Aikataulua lähdin tekemään Tocoman aikataulu ohjelmalla. Ohjelma on koulun kautta ilmainen käyttää ja on tällä hetkellä rakennusosalalla käytetyimpiä ja suosituimpia aikataulutus ohjelmia. Tocoman ohjelmalla pystyy kätevästi tekemään eri työmaan aikataulu resursseja, työmääriä ja työsaavutusta muokkaamalla. Uusimmassa Tocoman aikataulu versiossa on myös tahtiaikataululle oma sarake.

Jana-aikataulua käytettäessä ja 3-viikkoisikatauluja tehdessä, aikataululiukumana käytettiin n.1 vko/ kerros menetelmää tai 1pv/ asunto. Tahtiaikataulussa tämä menetelmä hieman muuttui, sillä

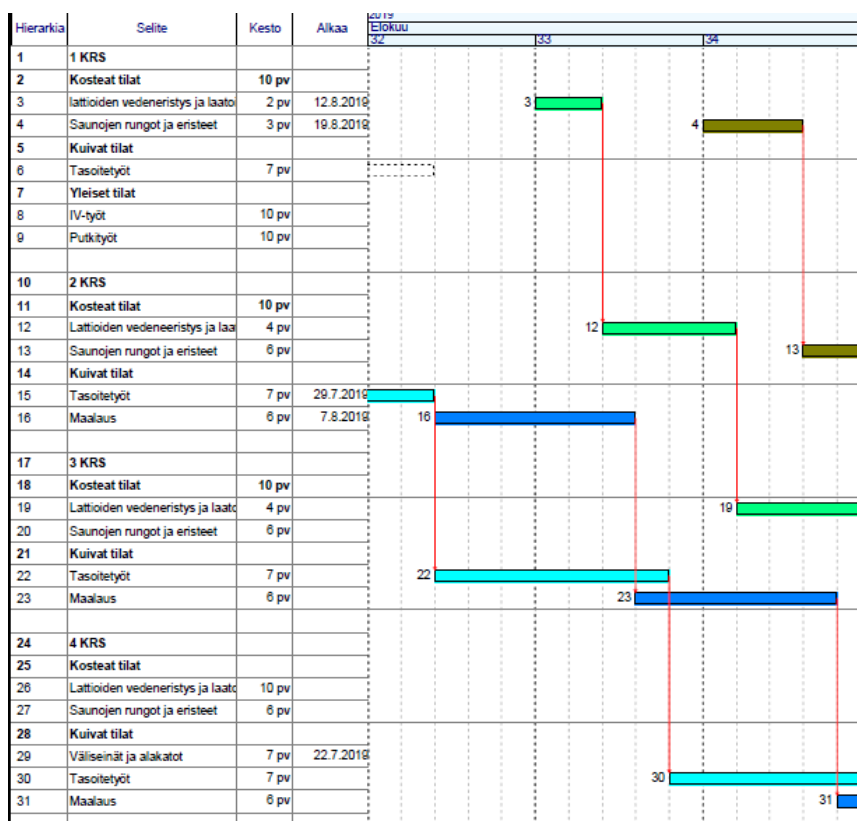
tahti määritettiin asuntoihin neliömäärien perusteella. Tahti myös määritettiin 4h perusteella eli aika-tauluun tuli puolen päivän tahtiblokeja. Neliömääräisellä perusteella tässä tapauksessa tarkoitetaan sitä, että kun asuntojen yhtenäinen neliömäärä oli laskettu, nämä jaettiin sopiviin tahteihin, jotta aikataulusta saatiin yhtenevä eikä tullut liian pitkiä tai turhia huteja eli taukoa työskentelytilassa. Osassa blokeissa tahtiin on otettu huomioon mahdolliset kuivumisajat. Näille blokeille, joissa oli otettu huomioon kuivumisajat tuli keskimääräisesti työajaksi noin 3 tv (tv=työvuoroa, 1tv=8h). Näitä työvaiheita olivat esim. lattian laatoitus ja vesieristys. Keskimäärin huoneen normaaleille työvaiheille tuli tahdiksi 1-2 tv. Huoneet ovat sen verran pieniä ja yksinkertaisia. Näin ollen yhden asunnon läpimenoajaksi laskettiin yhteensä n.14 tv. Tietenkään kaikkia huoneita ei varmasti saavuteta tunnillisesti samassa ajassa, mutta tätä kompensoi se, että kerroksen osa asunnoista on huomattavasti pienempiä. Näin ollen tahtiaikataulu kirii itsensä kiinni 3 asunnon läpimenoaikana

4.5 Tahtiaikataulun toimivuus

Tahtiaikataulun käyttö rakentamisessa voi olla haastavaa, mutta jos sen suunnittelemisen aloitetaan tarpeeksi ajoissa jo hankesuunnittelu vaiheessa, tulee tahtiaikataulusta saamaan huomattavasti enemmän sen tarjoamia hyötyjä ja ominaisuuksia irti. Tässä kohteessa oli alun perin tarkoituksena käyttää tahtiaikataulua sisätyövaiheissa, mutta erinäisistä syistä ja kiireen takia siitä luovuttiin. Tämä näkyi välillä työmaan aikataulutuksessa. Työmaa toteutettiin perinteisellä jana-aikakaaviolla ja 3-viikkoisaikataululla (kuva 10 ja kuva 11).



Kuva 10. Yleisaikataulu (vinoviiva-aikataulu). (YIT Suomi Oy)



Kuva 11. 3-viikkoisaikataulu. (YIT Suomi Oy)

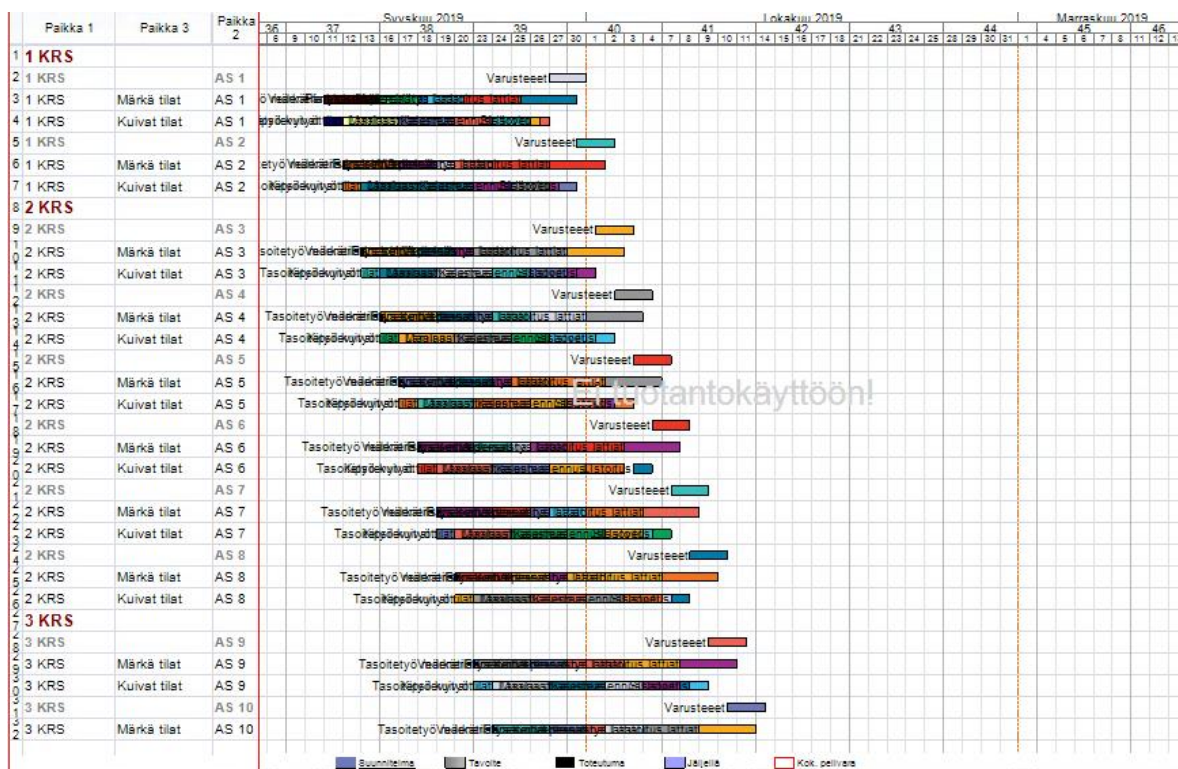
Tätä opinnäytetyöhön liittyvää tahtiaikataulua lähdettiin rakentamaan ja kasaamaan vasta kohteen ollessa jo sisätyövaiheessa. Tämä hankaloitti siten, ettei tahtiaikataululle ollut mitään apuna käytettävää pohjamateriaalia vaan tahtiaikataulua lähdettiin rakentamaan ihan vaan nykyisen jana-aika-kaavion pohjalta. Myös tahtiaikataulua tehdessä ja tahtia laskiessa kävi ilmi, että asioita olisi voinut toteuttaa eri järjestyksessä ja eri tavalla. Myös tahtiaikataulun toimivuuden kannalta olisi pitänyt muuttaa logistisia järjestelyitä ja työryhmien määriä. Myös aliurakoitsijoiden määrä olisi vaihdellut.

Tocoma-aikataulutushjelmalla vältettiin viemästä aikataulua liian tarkalle tasolle, sillä silloin aikataulusta olisi tullut huomattavasti vaikeampi luettava. Tocoma-ohjelmalla pystytään kumminkin laskemaan tahtia melko tarkkoilla arvoilla. Jos tahtiaikataulua halutaan tarkentaa ja tehdä tarkempi kannattaisi käyttää Exceliä. Excelillä pystyisi tekemään huomattavasti tarkemman ja helpommin luettavan aikataulun. Tocoma-aikataulutushjelma oli ainut aikataulutushjelmista, joka oli kehittänyt itsensä jollakin tapaa jo tahtiaikataulun tasalle (kuva 11). Esimerkki tahtiaikataulut oli kumminkin tehty Excelillä.

Haastavimmat vaiheet tahtiaikataulun ja virtauksen laskemisessa olisi tarvittavat ja riittävät suojaukset ja kuivumisajat. Suomen ilmasto on kumminkin suhteellisen vaihteleva ja tällöin emme pysty laskennallisesti vaikuttamaan tuleeko taivaalta vettä vai aurinkoa. Myös suuret lämpötila erot vaikuttavat kuivumisaikoihin huomattavasti. Esimerkkinä kylpyhuoneen lattioiden kuivumisajat ennen vesieristeen laittoa riippuivat kohteessa ihan asuntokohtaisesti. Jos pohjoispäädyssä oli lattiat riittävän kuivat, saattoivat ne olla eteläpäädyssä vielä liian kosteat. Myös kuivumisajat vaihtelivat kerroksit-

tain. Haasteellista myös tahtiaikataulun luomisesta teki se, että alin ja ylin kerros olivat huomattavasti erilaiset kuin taas 2.-5. kerros, olivat tismalleen samanlaisia. Tämä tarkoitti sitä, että alin ja ylin kerros valmistuvat omana tahtinaan ja 2.-5. kerros omana tahtinaan.

Seuraavia asioita olisi minun mielestäni syytä tarkastella tahtiaikataulua suunnitellessa: suunnitteluratkaisun kehittämisen vaikutuksia, työsuunnittelun tarkentamista, tahtivirtauksen esteiden minimointi ja tämän kautta pyrkiä kohti nopeampaa läpimenoa.



Kuva 11. Tahtiaikataulu tahtinäköymästä.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä sisävalmistusvaiheen tahtiaikataulu YIT Suomi Oy:lle Rusokin-
katu 12 kohteeseen ja tutkia sen vaikutuksia aikatauluun. Työssä kerrottiin erilaisista aikataulumal-
leista ja niiden käytöstä, LEAN-filosofian periaatteesta, sekä tahtiaikataulun luomisesta yleisesti sekä
miten se tehtiin tässä kohteessa.

Tahtiaikataulun käyttö asuinrakennushankkeessa on ihan mahdollista, mutta vaaditaan, että sen
suunnittelu aloitetaan tarpeeksi varhaisessa vaiheessa sekä siihen sitoudutaan alusta alkaen. Tässä
työssä huomasin, että työnjohdon on ihan mahdotonta kesken työmaan vaihtaa tiukempaan ja eri-
laiseen aikatauluun, kun on työmaan alusta asti ollut käytössä jana-aikataulu ja omat suunnitelmat
työvaiheille. Tahtiaikataulussa oli helpotusta se, että olin jo alun pitäen laskenut sisätyövaiheille
määrälaskennan ja jana-aikataulun sillä vastasin kohteessa itse sisätyövaiheista. Nämä lasketut
määrät vaihdettiin vain tahtiaikataulun vaatimaan muotoon ja jaettiin tahteihin.

Aikataulun tekeminen oli aluksi hankalaa, sillä en ollut koskaan aikaisemmin vastaavanlaista aikatau-
lua suunnitellut. Lähdin aluksi työstämään tahtiaikataulua Excel-ohjelmalla, joka osoittautui hieman
hankalaksi ja monimutkaiseksi. Lopulta päädyin tekemään aikataulun tutumalla Tocoman aikatauluoh-
jelmalla, jossa oli mahdollisuus tehdä aikataulu suoraan tahtiaikataulu pohjalle. Tocoman aikatauluoh-
jelma on helppo käyttöinen ja sitä on käytetty koulun ensimmäisestä vuodesta lähtien aikataulujen
tekoon. Käytännössä tahtiaikataulun tekeminen jana-aikataulusta tämän ohjelman avulla ei poiken-
nut hirveästi toisistaan. Työjärjestys täytyi miettiä uudelleen ja lohkojen ja tahtien jako oli haasta-
vinta sijoittaa oikein. Tahtiaikataulun käytännössä toistaa vaan itse itseään uudestaan, joten aika-
taulun tekeminen oli aika paljon itsensä toistamista. Myös työvaiheita tulee tahtiaikataulussa älyttö-
mästi, koska joka asunnolle tehdään omat työvaiheet uudestaan ja uudestaan. Eli oikein tarkistami-
nen on raskasta silmälle, sillä käytännössä tahtiaikataulussa näkyy samoja viivoja ja samoja lukuja
perä perään. Tietenkin 1. ja ylin kerros oli poikkeus sillä asuntojen ja tahtien määrä oli siellä eri.

Jotta tämä tahtiaikataulu olisi saatu toimimaan työmaalla aikataulun käyttäjää edesauttaen olisi kui-
vumisaikojen pitänyt olla identtisiä ja olosuhteiden käytännössä täydelliset. Myös erittäin tärkeänä
aikataulun toimivuudelle olisi ollut se, että aliurakoitsijat noudattaisivat aikataulua täsmällisesti ja
pitäisivät resurssit jatkuvasti saatavilla. Logistiikan täytyisi olla täsmällistä ja tavaroiden varastointi
lyhytaikaista ja täsmällistä. Työmaalla pitäisi olla oma nosturi/kurottaja ja laahaus porukka, jolla ta-
vara saataisiin täsmällisesti ja oikein oikeisiin kerroksiin ja asuntoihin. Asunnoissa ei voisi säilyttää
tavaraa ollenkaan. Työnjohtoa tämä aikataulu kuormittaisi siten, että kaikki aika menisi laadulliseen
seuraamiseen ja virheisiin täytyy puuttua välittömästi. Myös tämä vaatisi aliurakoitsijoiden työnjoh-
dolta laadullista ja työmäärällistä seurantaa enemmän. Kaikkien täytyisi raportoida keskenään. Ny-
kyisen jana-aikataulun mukaan mentäessä, myös aliurakoitsijoilla oli monesti tyhjiä viikkoja työ-
maalla. Oikealla työjärjestyksellä ja tahdistamisella nämä saataisiin menemään sujuvasti joustavasti
ilman sen pidempiä taukoja.

6 POHDINTA

Hieman tahtiaikataulusta pohtimisia. Tahtiaikataulu oli omasta mielestäni mielenkiintoinen projekti ja työmaan tahdistamista oppi näkemään uudesta kulmasta. Ehkä omasta mielestäni tämä aikataulumalli olisi vielä tällä hetkellä sopivampi pieniin saneerauskohteisiin, jossa resurssit ja kustannukset saataisiin pidettyä erittäin hyvin hallinnassa ja pieninä. Näin ollen säästöjä tulisi niin ajallisesti kuin kustannuksellisesti. Mutta kuten lehdissä ja palstoilla jatkuvasti kirjoitetaan, niin tahtiaikataulu on menossa kehityksellisesti eteenpäin ja pilottikohteita on jo tehtyä ympäri Suomea. Näillä näkymin muutaman vuoden päästä näkisin itse tämän aikataulu mallin hyvänä vaihtoehtona monelle rakennustyömaalle.

Opinnäytetyö itsessään oli aika mielenkiintoinen projekti. Alustavasti en ollut itse tätä aihetta ajatellut, enkä kyllä ollut aiheena aikataulumallia koskaan kuullutkaan. Ajatuksen aiheesta minulle heitti tämän työmaan vastaava mestari, jonka kanssa pohdittiin aluksi miksi tämä aihe olisi tärkeä ja hyödyllinen käsitellä. Tämän jälkeen aihetta lähdettiin käsittelemään projektipäällikön kanssa, joka kertoi mistä opinnäytetyössä voisi kertoa tarkemmin. Itsellä ei ollut aikaisemmin kokemusta vastaavasta aikataulusta, tai käytännössä mitään pohjaa mistä asiaa lähtisi tutkimaan. Lähdin opinnäytetyötä tekemään niin sanotusti sokkona sitä tuntematonta kohti.

Heti työn alkumetreillä huomasin, että opinnäytetyöstä löytyy todella vähän ja huonosti tietoa internetistä tai kirjallisuudesta. Tahtiaikataulusta oli tehty muutamia pilottihankkeita ja näitä hankereportteja tutkimalla lähdin hakemaan tietoa aiheesta. Sain myös YIT:ltä LEAN-filosofiasta kirjoitetun kirjan, jonka avulla tutustuin itse LEAN tuotantoon tarkemmin. Aiheesta oli myös tehty lähivuosina paljon tutkimus- ja opinnäytetöitä, joista sain paljon apua mitä omaan työhön pitää etsiä ja tulla.

Opinnäytetyön edetessä ja kun tietoa alkoi olemaan jo jonkun verran kasassa, aloin niputtamaan tietoa yhteen ja sain sillä peruspohjan opinnäytetyölle tehtyä. Seuraavaksi siis aloitin tekemään sitä haastavinta eli itse tahtiaikataulua kohteelle. Toimin siis kohteessa itse työnjohtoharjoittelijana ja sisätyövaiheissa työnjohtajana. Näin ollen materiaalien ja määrien laskeminen oli jo minulla hallussa ja käytännössä kaikki laskettuna opinnäytetyötä varten. Aloitin aikataulun tekemisen suunnilleen samoihin aikoihin, kun kohteessa alkoi itsessään sisätyövaiheet. Tällöin ajattelin, että tahtiaikataulun seuraaminen olisi helpompaa samaan aikaan kun näen, miten jana-aikataulun kanssa työmaa etenee. Todellisuudessaan tämä ei ollut niin helppoa kuin ajattelin, sillä työasioiden hoitaminen vei aika paljolti kaiken ajan ja energian. Joten tahtiaikataulun tekeminen ja seuraaminen jäi hieman minimaaliseksi. Tahtiaikataulua tehdessä ja työmaata seuratessa huomasi muutamia asioita, joita olisi ehkä itse tehnyt toisin ja jotka olisivat edesauttaneet niin tahtiaikataulua kuin normaalia jana-aikataulua. Tällaisia asioita olivat esimerkiksi jotkut työjärjestykset.

Opinnäytetyön viimeistely ja lopullinen kasaus vei kaikkein eniten aikaa. Kaiken kerätyn materiaalin läpikäyminen ja sijoittaminen järkevään muotoon tekstiin oli haastavaa. Myös se, että tein koko opinnäytetyön ajan töitä ja koulua samassa yhteydessä hankaloitti työntekemistä huomattavasti.

Onneksi työpaikka oli joustava ja antoivat muutamia kuukausia aina vapaata työn tekoon ja silloin sai rauhassa tehdä työtä kasaan.

Omasta mielestäni olen erittäin tyytyväinen tähän työhön ja oppinut työn aikana huomattavasti paljon tahtituotannosta ja tahtiaikatauluttamisesta. Vielä on paljon lisää opittavaa ja mielenkiinnolla odotan, milloin pääsen oikeasti työskentelemään kyseisen aikataulun kanssa.

7 LÄHTEET JA LIITTEET

Adapro.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-25] Saatavissa: https://www.adapro.fi/materiaalit/projektijohtamisen_sanastoa

Aikataulukirja 2016. RATU KI-6028. 2014 [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2019-2-27] Saatavissa: https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/kortit/Ratu%20KI-6028?external_system=Juha&page=1

Consti.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-2-12] Saatavissa: <https://docplayer.fi/1547540-Luotettava-ja-tasapainotettu-tuotanto-rakennuslalla-tahtiaikatuotannosta-uutta-ajattelua-ohjaukseen.html>

Fira.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-10] Saatavissa: <https://www.fira.fi/blog/laadukkaampaa-turvallisempaa-ja-kustannustehokkaampaa-rakentamista/>

Fira.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-2-12] Saatavissa: <https://www.fira.fi/blog/luppoaika-vs-tahtiaika/>

Lci.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-10] Saatavissa: <http://lci.fi/blog/menetelmakortti/tahtiaika-tuotanto/>

Lci.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-2-10] Saatavissa: <http://lci.fi/blog/tag/tahtiaika/>

Lci.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-10] Saatavissa: <http://lci.fi/mita-on-lean-rakentaminen/>

Lci.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-10] Saatavissa: <http://lci.fi/tutkimus-kehitys/rain2/>

nZeb.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-23] Saatavissa: <http://nzeb.projects.tamk.fi/vaihe-4-rakentaminen/valinnat-10/>

nZeb.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-23] Saatavissa: <http://nzeb.projects.tamk.fi/vaihe-1-tavoitteet/suunnittelu-4/>

nZeb.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-23] Saatavissa: <https://nzeb.projects.tamk.fi/vaihe-4-rakentaminen/rakentaminen-2/>

RAKENNUSHANKKEEN AJALLINEN SUUNNITTELU JA OHJAUS. RATU 7031. 2020. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2020-01-23] Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/kortit/Ratu%207031>

Rakennustieto.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-2-12] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020203.pdf>

Teknillinen tiedekunta 2018. Rakentamisen Integraatiomekanismit. Oulun yliopisto. Tutkimusraportti. [viitattu 2020-02-13] Saatavissa: <http://lci.fi/wp-content/uploads/2018/12/RAIN-hankkeen-loppuraportti.pdf>

Tocoman.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-2-10] Saatavissa: <https://tocoman.fi/ratkaisu/aikataulu/>

Yitgroup.com [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-23] Saatavissa: <https://www.yitgroup.com/fi/tietoa-yitsta>

LIITE 1 TAHITAIKATAULU

